

# DESARROLLO RURAL

## Estado del suelo y agua en 24 fincas de seis comunidades de los municipios de Santa Teresa y La Conquista en Carazo, Nicaragua, 2017

## State of soil and water in 24 farms in six communities in the municipalities of Santa Teresa and La Conquista in Carazo, Nicaragua, 2017

Oswaldo Martin Pineda Rizo<sup>1</sup>, Fidel Guzmán Guillen<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Ing. Agr., MSc. en Desarrollo Rural / [tierrapnd1@gmail.com](mailto:tierrapnd1@gmail.com) / ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2704-1051>

<sup>2</sup> Dr. en Planificación y Gestión de Proyectos del Desarrollo Rural Sostenible / ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0604-4883>  
/ [fidelblue@gmail.com](mailto:fidelblue@gmail.com)

Universidad Nacional Agraria, Facultad de Desarrollo Rural



### RESUMEN

Uno de los problemas en Nicaragua es el agua en el medio rural en términos de disponibilidad y calidad. El propósito de esta investigación fue analizar el estado del suelo en términos de su fertilidad y el agua en cuanto a su calidad. Este trabajo se realizó en 24 fincas de seis comunidades de los municipios de Santa Teresa y La Conquista en el departamento de Carazo, Nicaragua. La metodología se organizó en cuatro fases: i) selección de parcelas y pozos a muestrear, ii) recolección de muestra de agua y de suelo, iii) procesamiento de datos de campo y iv) restitución de resultados de análisis de bacteriológico y de suelos con productores. Las variables de estudio fue calidad de agua, manto freático y análisis de suelo. Los resultados indican que los 24 pozos contienen contenido de coliforme fecales y totales y el 90 % de los pozos ubicados en zonas áridas y degradadas están más propensos a secarse en periodo seco. Los suelos son de pH neutro, con bajo contenido de materia orgánica, de nitrógeno y deficientes en fósforo. En lo que respecta al potasio, ocho fincas presentan contenidos bajos. En todos los suelos se presentan contenidos altos de calcio y magnesio.

**Palabras clave:** análisis microbiológico en agua, contaminación, fertilidad del suelo, calidad del agua.

### ABSTRACT

One of the problems in Nicaragua is rural water in terms of availability and quality. The purpose of this research was to analyze the state of the soil in terms of its fertility and the water in terms of its quality. This work was carried out on 24 farms in six communities in the municipalities of Santa Teresa and La Conquista in the department of Carazo, Nicaragua. The methodology was organized in four phases: i) selection of plots and wells to be sampled, ii) collection of water and soil samples, iii) processing of field data and iv) restitution of results of bacteriological and soil analyses with producers. The study variables were water quality, water table and soil analysis. The results indicate that the 24 wells contain fecal and total coliform content and 90 % of the wells located in arid and degraded areas are more likely to dry out in the dry period. The soils are neutral in pH, low in organic matter and nitrogen, and deficient in phosphorus. With regard to potassium, eight farms have low contents. All soils have high calcium and magnesium contents.

**Keywords:** Microbiological analysis in water, contamination, soil fertility, water quality.



## DESARROLLO RURAL

Uno de los problemas que enfrenta Nicaragua es la disponibilidad y calidad del agua en zonas rurales. La zona de estudio no está exenta de esa situación, según Flores *et al.* (2015) el agua es un recurso escaso y su gestión va asociada a importantes problemas sociales, económicos, medioambientales y tecnológicos.

La disponibilidad de agua en términos de calidad y saneamiento es determinante para incidir con acciones en un territorio rural. La crisis climática actual está intrínsecamente ligada al agua. “Se prevé que el cambio climático tendrá efectos directos sobre los organismos individuales, sobre las poblaciones y sobre los ecosistemas. En cuanto a los individuos, se ha encontrado que el cambio climático podría afectar su desarrollo, fisiología y sus comportamientos durante las fases de crecimiento, reproducción y migración. Por otra parte, es probable también que la modificación en los patrones de precipitación y el aumento de la temperatura” (Uribe, 2015, p 13).

En el 2016 la Facultad de Desarrollo Rural de la Universidad Nacional Agraria realizó un estudio de adopción tecnológica de sistemas de riego y su efecto en la disponibilidad de alimento, acceso y en la economía familiar de los pobladores de las comunidades del municipio La Conquista en Carazo en el período 2010-2015; determinando que las tecnologías de sistema de riego transferidas han sido abandonadas, debido a que no se consideró un manejo adecuado de las fuentes de agua generando crisis ambiental, hambre y pobreza.

La baja fertilidad de suelo producto de las malas prácticas agrícolas, de actividades económicas centradas en una agricultura de subsistencia y la deforestación, impide que las acciones de desarrollo sean efectivas. La disponibilidad de alimentos depende de los suelos; no se puede producir alimentos nutritivos y de buena calidad, si los suelos no son sanos y vivos según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2015).

Debido a lo expresado anteriormente es de importancia determinar en este estudio la calidad de los suelos a través de los análisis de materia orgánica, pH, nitrógeno, fósforo, potasio, calcio CE y magnesio. De igual manera se aborda el manejo de las fuentes de agua, identificando la columna de agua en los pozos para disponibilidad de agua para uso doméstico y su grado de contaminación.

Este estudio se plantea como objetivo analizar el estado del suelo en términos de su fertilidad y el agua en cuanto a su calidad en seis comunidades de los municipios de Santa Teresa y La Conquista, Carazo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en las comunidades rurales de los municipios de La Conquista y Santa Teresa, departamento de Carazo, Nicaragua, en el año 2017. En La Conquista se trabajó en las comunidades de San Jorge, San José de los Remates y La Solera, y en el municipio de Santa Teresa, para las comunidades de Aguas Calientes, Loma de Viento y La Pitilla.

El departamento de Carazo, se localiza en la región del pacífico sur de Nicaragua, tiene una superficie de 1081.40 km<sup>2</sup> que equivale al 0.8 % del territorio nacional. Limita al Norte con los departamentos de Managua y Masaya, al Sur con el Océano Pacífico, al Este con los departamentos de Granada y Rivas y al Oeste con el departamento de Managua. Administrativamente está conformado por ocho municipios (San Marcos, Diriamba, Dolores, Jinotepe, El Rosario, La Paz de Carazo, Santa Teresa y La Conquista) siendo Jinotepe la cabecera departamental, ubicada a 46 km de Managua, capital de Nicaragua.

El municipio La Conquista tiene una superficie de 88.38 km<sup>2</sup> a 60 km de Managua. Está ubicado en las coordenadas 11°44' de latitud Norte y 86°11' de longitud Oeste, limita al Norte y Oeste con el municipio de Jinotepe; al Sur y al Este con el municipio de Santa Teresa.

El municipio de Santa Teresa, tiene una superficie de 213.3 km<sup>2</sup>, está ubicada entre las coordenadas 11° 48' de latitud Norte y 86° 09' de longitud Oeste, limita al Norte con los municipios de El Rosario, La Paz de Carazo; al Sur con el Océano Pacífico; al Este con Nandaime, Belén y Tola; al Oeste con Jinotepe y La Conquista (TROCAIRE *et al.*, 2011).

UNA (2008), describe que la investigación es un estudio cuantitativo, basado en un sistema de investigación local participativo no experimental con un diseño metodológico del tipo descriptivo – explicativo.

El estudio se realizó en cuatro fases: i) selección de parcelas y pozos a muestrear, ii) recolección de muestra de agua y de suelo, iii) procesamiento de datos de campo y iv) restitución de resultados de análisis bacteriológico y de suelos con productores.

En el Cuadro 1, se presenta el número de familias involucradas en el estudio por municipio y comunidad. El tipo de muestra utilizada es del tipo razonada, donde los elementos o sujetos elegidos cumplen con algunos criterios definidos previamente. La muestra representa el 28 % de la población total. En el Cuadro 2, se indica el objetivo, las variables (calidad de agua, manto freático y análisis de suelo), así como los indicadores y los instrumentos de registros de información.

## DESARROLLO RURAL

**Cuadro 1.** Cantidad de familias involucradas en el estudio por municipio y comunidad

Municipio	Comunidad	Familias	Familia en estudio
Santa Teresa	La Pitilla	90	11
	Aguas Calientes	45	15
	Loma de Viento	35	9
La Conquista	La Solera	44	19
	San José de Los Remates	40	12
	San Jorge	46	17
Total		300	83

Los criterios de selección de las familias fueron:

1. Ser propietario de la finca o parcela
2. Dependencia económica de la tierra (producción como medio de vida)
3. Involucramiento y participación en el proyecto con enfoque de género
4. Disposición de trabajo colaborativo
5. Que las fuentes de agua (pozo) sea compartida
6. Pozos sean de usos doméstico

**Cuadro 2.** Variables e indicadores utilizados en el estudio

Objetivos	Variables	Indicador	Instrumentos
Caracterizar el recurso agua, suelo en unidades productivas en los municipios de estudio.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calidad de agua</li> <li>• Manto freático</li> <li>• Análisis de suelo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bacteriológico (coliforme totales y fecales)</li> <li>• Profundidad (m)</li> <li>• Salubridad de pozos</li> <li>• Análisis de fósforo (ppm)</li> <li>• Contenidos de materia orgánica (%)</li> <li>• Nitrógeno (%)</li> <li>• pH (unidades)</li> <li>• Bases intercambiables (meq/100 g suelo)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ficha para recolección de muestra de agua</li> <li>• Ficha para recolección de muestra de agua</li> <li>• Ficha para recolección de muestra de suelos</li> </ul>

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### Calidad de agua y análisis bacteriológico de coliformes totales y fecales

**Calidad del agua.** Para determinar la calidad de agua se realizó análisis bacteriológico en cuatro pozos seleccionados por comunidad, para un total de 24 pozos para ambos municipios. El tipo de análisis fue de coliforme fecales y totales medido por el número más probable (NMP) por cada 100 ml. Estableciendo parámetros de medición permisible para consumo humano, con un valor de  $\leq 4$  (NMP) para coliforme totales y de 0 (NMP) para coliforme fecales según el Comité Coordinador Regional de Instituciones de Agua Potable y Saneamiento de Centroamérica, Panamá y República Dominicana (CAPRE, 1994).

Según CAPRE (1994, p. 12) “toda muestra de agua debe tener valores recomendables a negativo” y como muestran el Cuadro 3 ninguno de ellos cumple con esos parámetros, es decir, que el 100 % de los pozos están contaminados.

Según Simanca *et al.* (2010) controlar la potabilidad y calidad del agua es importante porque al no tratarse ni monitorearse correctamente, se considera un vehículo transmisor de enfermedades que pueden ser provocadas por diversos patógenos, que pueden ocasionar daños gastrointestinales, dérmicos, oculares y auditivos.

Todos los resultados de agua (24 muestras) de los pozos, están afectados con coliforme totales y fecales en las seis comunidades.

**Manto freático: Profundidad de los pozos y salubridad de pozos.** Las profundidades de los pozos y columna de agua en ambos territorios muestran variaciones según ubicación del pozo referente a la altura en metros sobre el nivel del mar (msnm) y conservación del medio ambiente. Para el caso de las comunidades del municipio de Santa Teresa las profundidades varían de 1 m a 5 m, 5 m a 10 m, 15 m a 20 m y para las comunidades del Municipio La Conquista va de 3 a 6 m, 7 a 9 m y de 10 a 14 m. Los resultados manifiestan

que, a mayor altura sobre el nivel del mar los pozos están propensos a secarse en época seca, y aquellos pozos que están a menor altura sobre el nivel del mar son pozos que permanecen con agua todo el año (Figuras 1 y 2).

Los pozos más propensos a secarse por comunidades son: La pitilla, Loma de viento de Santa Teresa y San Jorge de La Conquista.

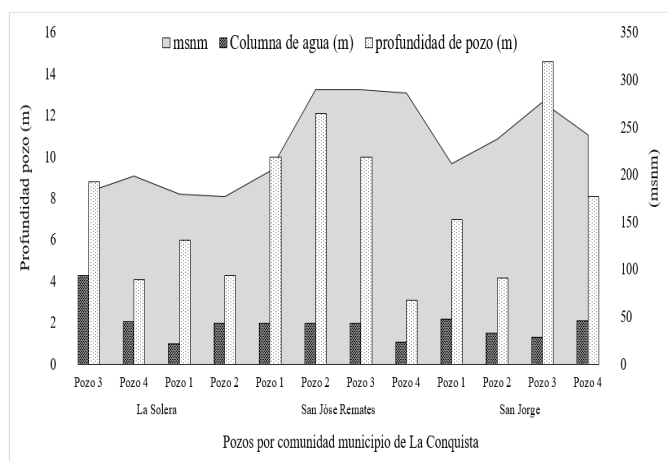
**Salubridad identificada en pozos.** En el Cuadro 4 se presenta el porcentaje de pozos y sus condiciones de salubridad, en La Conquista, el 44 % de los pozos se encuentran con presencia de charcas alrededor y Santa Teresa con el 39 %, en relación a la presencia de animales cerca de los pozos no se identificaron en Santa Teresa pero si en La Conquista con un 19 %.

Para el caso de presencia de letrinas cerca de los pozos, en Santa Teresa represento el 11 % y no así en La Conquista.

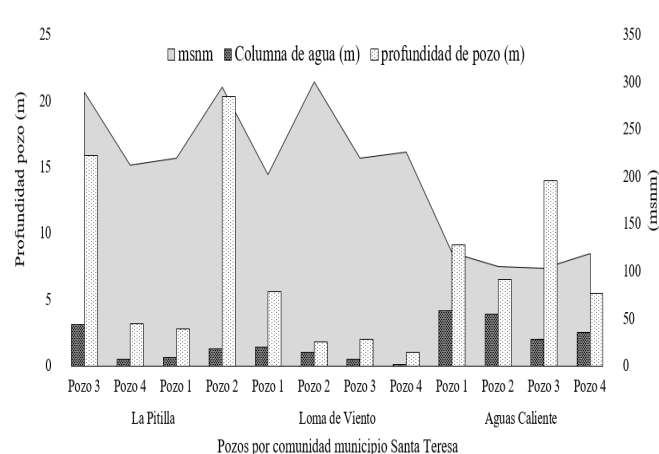
## DESARROLLO RURAL

**Cuadro 3.** Resultados de análisis bacteriológico de agua en municipios, comunidades y productores de Carazo

Municipio	Productor	Coliformes Totales (NMP/100 ml)	Coliformes fecales/ (NMP/100 ml)
Santa Teresa	<b>La Pitilla</b>		
	Santos Alemán	15	4
	Margarita Carmona	1600	28
	Eleodoro Carmona	22	12
	Juana Traña	75	4
	<b>Loma de Viento</b>		
	Marcial Umaña	9	2
	Francisco Umaña	1600	2
	Miguel Carmona	430	2
	Juan Peña	240	2
	<b>Aguas Caliente</b>		
	Manuel Cano	430	28
	Ronald Aragón	12	7
	Carlos Jirón	9	2
	Mario López	23	9
La Conquista	<b>La Solera</b>		
	Luciano Espinoza	23	4
	Juan Peña	1600	2
	Antonio Umaña	240	4
	Petrona Morales	23	2
	<b>San Jorge</b>		
	María Elena Carmona	1600	150
	Vicente Peña	22	15
	Salvadora Nicaragua	150	2
	Manuel Álvarez	23	2
	Pozo comunal	430	2
	<b>San José de los Remates</b>		
	Ignacio Trañas	95	15
	Gilberto Trañas	43	2
	Adriana Martínez	1600	2
	Rufino Aburto	75	2



**Figura 1.** Relación profundidad de pozos, columna de agua y altura (msnm) de comunidades del municipio de Santa Teresa Carazo.



**Figura 2.** Relación profundidad de pozos, columna de agua y altura (msnm) de comunidades del municipio de La Conquista.

## DESARROLLO RURAL

**Cuadro 4.** Porcentajes de condiciones de salubridad en los pozos por municipio

Municipio	Charcas	Animales	Letrinas	Baños y Lavaderos
Santa Teresa	39	0	11	50
La Conquista	44	19	0	38

En la presencia de baños y lavaderos cercanos a los pozos de las zonas de estudio, el 50 y el 38 % se verificó existencia tanto en Santa Teresa y La Conquista respectivamente.

La gestión del recurso hídrico enfrenta grandes desafíos, los cuales deben superarse con acciones eficientes para garantizar la calidad ambiental y la sostenibilidad del recurso hídrico subterráneo (Reynolds y Fraile, 2002).

**Análisis de suelo.** El análisis de suelo está enfocado en los contenidos de pH, materia orgánica, nitrógeno, fósforo, conductividad eléctrica, potasio, calcio y magnesio, las

muestras de suelo se colectaron en 24 fincas distribuidas en 12 fincas de Santa Teresa y 12 de La Conquista.

Según Mendoza y Espinoza (2017) el método empleado fue recorrido el Zigzag, una vez seleccionado el lote se recolectaron las submuestras en cada punto seleccionado y posteriormente se mezclan para cada muestra, de manera que sea una sola muestra representativa.

El Cuadro 5, presenta los resultados de análisis de suelo de 24 fincas de seis comunidades. Los métodos aplicados en los análisis fue: pH: NOM-021-RECNAT-2000/AS-02, bajo la técnica electrométrica, en materia orgánica fue el NOM-021-RECNAT-2000/AS-07 con la técnica volumétrica, para el nitrógeno fue el NOM-021-RECNAT-2000/AS-08 con la técnica volumétrica, en el fósforo es NOM-021-RECNAT-2000/AS-10 con la técnica de Espectrofotométrico Uv/Vis, en la conductividad eléctrica fue el ISO 11265 bajo la técnica de Electrométrico y para las bases intercambiable de potasio, calcio y magnesio fue el método de NOM-021-RECNAT-2000/AS-12 trabajado con la técnica de Espectroscopia A.A. (Diario Oficial de la Federación, 2002).

**Cuadro 5.** Resultados de análisis químico de suelo en parcelas agrícolas en municipios de Santa Teresa y La Conquista

Productor	Rutina					Disponible	Bases	
	pH H2O	MO %	N %	P-disp ppm	**CE μS/cm	K	Ca meq/100 g suelo	Mg
<b>La pitilla - Santa Teresa</b>								
Juan Alemán	7.07	2.85	0.14	7.52	49.90	1.12	25.26	3.38
Domingo Flores	6.96	0.97	0.05	3.60		0.11	14.86	3.32
Eleodoro Carmona	6.64	2.34	0.12	3.93		0.73	12.48	2.46
Rufino Carmona	6.70	2.80	0.14	6.01		0.44	16.84	3.25
<b>Loma de viento - Santa Teresa</b>								
Pablo Umaña	6.35	3.72	0.19	11.73		0.81	11.99	2.27
Francisco Umaña	7.02	3.52	0.18	7.75	67.60	0.44	22.76	5.75
Mirta Cano	6.62	3.11	0.16	3.33		0.16	17.12	4.47
Luisa Carmona	6.28	3.16	0.16	5.67		0.41	13.48	3.02
<b>Aguas caliente - Santa Teresa</b>								
Carlos Jirón	6.44	2.95	0.15	0.48		0.68	11.94	2.94
Ronald Martínez	6.55	4.58	0.08	11.22		1.42	17.8	2.55
Víctor Peña	6.43	1.95	0.10	0.70		0.09	15.31	3.64
Ramón Trañas	7.22	3.67	0.18	23.52	94.90	1.61	17.33	3.90
<b>San José de los remate - La Conquista</b>								
Pedro Celestino	6.61	2.29	0.11	3.33		0.26	25.4	4.50
Ricardo Martínez	6.96	1.78	0.09	3.49		0.42	26.7	4.11
Jasón Trañas	6.19	3.06	0.15	3.60		0.37	21.8	6.64
Rodibel Calderón	6.44	3.01	0.15	3.33		0.12	13.6	3.48
<b>San Jorge - La Conquista</b>								
Alder Umaña	6.46	2.34	0.12	3.93		0.13	11.2	3.45
Ramiro Acevedo	6.72	2.50	0.12	3.55		0.19	16.7	3.81
Damariz Cortez	6.64	2.70	0.14	21.6		0.31	14.7	1.71
Omar Jirón	6.78	2.80	0.14	3.44		0.16	17.1	3.12
<b>La solera - La Conquista</b>								
Antonio Umaña	7.19	1.86	0.09	11.15	43.00	0.62	9.28	1.96
Juan Pablo Trañas	6.15	4.17	0.06	1.39		0.99	15.3	2.94
Petrona Morales	6.12	1.54	0.21	3.26		0.12	19.3	3.57
Florencio Martínez	6.70	1.27	0.06	23.18		1.54	13.3	3.21

\*\*CE: Conductividad eléctrica



## DESARROLLO RURAL

Para Santa Teresa el pH es de ligeramente ácido a neutro con un rango de 6.55 a 7.2 respectivamente, este resultado dice, que los suelos no tienen problemas de asimilación de nutrientes y que la mayoría de los macro y micro nutrientes están disponibles para las plantas. Para los suelos de La Conquista su pH presenta el mismo comportamiento anterior de ligeramente ácido a neutro con valores de 6.2 a 7.19.

Los contenidos de materia orgánica (M.O) los resultados reflejan que ambos municipios muestran que, el 67 % de las parcelas productivas poseen contenido medio de materia con valores que de 2 % a 4 % de acuerdo a su clasificación.

En el contenido de nitrógeno los resultados muestran que a nivel general los suelos tienen deficiencias

con una clasificación de baja, el cual representa el 70 % de los resultados promedio.

Para el caso del fósforo (P) el 90 % de las parcelas se encuentran en la calificación menor de 10 (ppm), el cual representa contenidos bajos, lo que muestra deficiencia de fósforo.

### CONCLUSIONES

Todos los pozos de las comunidades presentan contaminación por coliformes totales y fecales, y aquellos ubicados a menor altura sobre el nivel de mar son vulnerables a secarse en la época seca.

La fertilidad del suelo no presenta variaciones importantes en relación a los sistemas de producción. En todos los sistemas se presentan deficiencias del elemento fósforo.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Comité Coordinador Regional de Instituciones de Agua Potable y Saneamiento de Centroamérica, Panamá y República Dominicana. (1994). *Normas de calidad de agua para el consumo humano*. [http://biblioteca.enacal.com.ni/bibliotec/Libros/pdf/CAPRE\\_Normas\\_Regional.pdf](http://biblioteca.enacal.com.ni/bibliotec/Libros/pdf/CAPRE_Normas_Regional.pdf)
- Flores, O., García-Moreno, P., Torre, H. D., De Luis, E., Fernández, C. y López, M. (2015). *Segundo informe sobre el derecho humano al agua potable y el saneamiento en el ámbito rural de Nicaragua*. Ingeniería para el desarrollo humano. <https://www.ongawa.org/wp-content/uploads/2015/10/DHNica-Extenso-Web.pdf>
- Mendoza, R. B. y Espinoza, A. (2017). *Guía técnica para muestreo de suelos*. Universidad Nacional Agraria; Catholic Relief Services. <https://repositorio.una.edu.ni/3613/1/P33M539.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2015, febrero 19). *Los suelos sanos son la base para la producción de alimentos saludables*. <http://www.fao.org/soils-2015/news/news-detail/es/c/277721>
- Reynolds, J. y Fraile, J. (2002). Presente y futuro de las aguas subterráneas en el valle central, manejo integral de aguas subterráneas. En J. Reynolds (Ed.), *Manejo integrado de aguas subterráneas* (pp. 19-32). EUNED. <https://rb.gy/oq13uh>
- Simanca, M. (2010). Calidad física, química y bacteriológica del agua. *Revista Temas Agrarios*, 15(1), 71-83. <https://doi.org/10.21897/rta.v15i1.813>
- Trocaire. (2011). *Plan municipal de ordenamiento y desarrollo territorial de Santa Teresa 2011 - 2020*. <https://cenida.una.edu.ni/relectronicos/RENE11P699.pdf>
- Universidad Nacional Agraria. (2008). *Guías y Normas Metodológicas de las Formas de Culminación de Estudio*. <https://cenida.una.edu.ni/relectronicos/REN371.422U58.pdf>
- Uribe, E. (2015). *El cambio climático y sus efectos en la biodiversidad en América Latina*. CEPAL; Unión Europea. [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/39855/S1501295\\_en.pdf?sequence=1](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/39855/S1501295_en.pdf?sequence=1)